

应用浓醪发酵技术推动酒精行业科学发展

黄 平,曹健君,张肖克,姜 莹
(酿酒科技杂志社,贵州 贵阳 550002)

摘 要: 高浓度酒精发酵始于 20 世纪 70 年代,主要以可再生资源粮食或植物纤维为原料,采用连续发酵,最终酒精浓度可达 16 % (v/v) 左右,实验室小麦粉高浓发酵可达 21 % (v/v),淀粉利用率 90 % 以上,发酵时间在 50 ~70 h。在蒸煮工艺方面对低温蒸煮、中温蒸煮及生料发酵作了探索。浓醪发酵的料水比为 1:2.8~3.2。安琪酵母股份有限公司研究开发的安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母已形成生产力,并投入大生产使用,其发酵结束时醪液的酒精浓度可达到 14 %~17 % (v/v)。国内外在实验室筛选分离的酒精酵母,有的产酒精浓度可达 20 % (v/v) 左右,但大都尚未形成生产力。酒精浓醪发酵技术是一个方向,对生产企业提高效益,节约能源,保护环境将有积极的促进作用。应以科学发展观为指导,大胆采用酒精浓醪发酵技术,大力推进酒精行业的科技进步,促进酒精产业的健康发展。

关键词: 酒精发酵; 浓醪发酵; 科学发展

中图分类号:TS262.2;TQ920 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2005)05-0108-06

Application of High-Concentration Mash Fermentation Techniques to Advance Scientific Development of Alcohol Industry

HUANG Ping, CAO Jian-jun, ZHANG Xiao-ke and JIANG Ying
(Liquor-making Science & Technology Publishing House, Guiyang, Guizhou 550002, China)

Abstract: High-concentration alcohol fermentation began in 1970's and the process was as follows: renewable resources such as grains and plant fiber as raw materials and consecutive fermentation operated, the ultimate alcohol concentration reached at about 16 % (v/v), high-concentration fermentation of wheat powder in lab produced 21 % (v/v) alcohol content through 50~70 h fermentation with use rate of amylum above 90 %. In this study, the process of low-temperature steaming, medium-temperature steaming and fermentation by uncooked materials were investigated. The ratio of raw materials and water in high-concentration mash fermentation was 1:2.8~3.2. Besides, mass production of Angel Super-temperature-resistant High Active Dry Yeast developed by Angel Yeast Co.Ltd. had been initiated. Alcohol content by the fermentation of such yeast reached as high as 14 %~17 % (v/v). The fermentation of yeast separated in labs domestically and oversea could produce 20% alcohol content. However, such technique remained in lab state. High-concentration mash fermentation, as the development trend for alcohol industry, its application would improve enterprise economic benefits, save energy and protect environment. On the basis of scientific techniques, the audacious application of high-concentration mash fermentation would surely advance quick and health development of alcohol industry. (Tran. by YUE Yang)

Key words: alcohol fermentation; high-concentration mash fermentation; scientific development

胡锦涛同志指出,当前,我国改革发展正处于关键时期。要实现全面建设小康社会的奋斗目标,开创中国特色社会主义事业新局面,必须坚持贯彻“三个代表”重

要思想和十六大精神,牢固树立和认真落实以人为本,全面、协调、可持续的发展观……^[1]

针对我国发展不平衡,发展成本过高,以及各种矛

收稿日期:2005-04-22

作者简介:黄平(1954-),男,贵州人,大学,副编审,《酿酒科技》总编,贵州省轻工科研所副所长,贵州省“五一”劳动奖章获得者,合译出版《酵母菌的生活》、《世界蒸馏酒的风味》、《纸的科学》第一卷;主编的《酿酒科技》荣获第三届国家期刊奖百种重点期刊,编著出版《酿酒科技精选》、《中国酒曲》、《佳料酿酒技术》、《凤型白酒生产技术》等著作数部,发表论译文数十篇。

盾,最近,中央经济工作会议明确提出,要以科学发展观统领经济社会发展全局。实践充分证明,科学发展观是符合我国实际状况的^[2]。

当前,我国的酒精产量在饮料酒中仅次于啤酒和白酒,酒精产品主要用于食品、医药等领域,以食用酒精为主。现有酒精生产企业 1000 多家,但大多数企业的生产能力小,为几千千升,行业年生产能力约 600 万 kL,年产量在 250~300 万 kL。随着社会的进步,“三农问题”、能源危机及环保问题日益突出,酒精生产由食用酒精为主向燃料酒精为主的转变时机已成熟,酒精产业前途光明。提高酒精产率、减少环境污染的浓醪发酵技术方兴未艾。浓醪发酵正是针对各种社会矛盾而开发的酒精生产新技术,符合科学发展观,已在一些企业得到运用,取得了一些成功经验。针对浓醪发酵技术,安琪酵母股份有限公司作为国内乃至亚洲最大的专业化酵母生产企业,不失时机地研发出了安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母,是对浓醪发酵技术的有力支持,也是对酒精行业的有力支持,必将发挥重要作用,为推动我国酒精行业的健康发展,构建和谐社会做出新贡献。

1 浓醪发酵的定义

浓醪发酵的定义目前尚无统一尺度,观点不一。Casey 等人^[3]提出将 100 g 发酵醪中含有 ≥ 18 g 可溶性固形物的发酵称为高浓发酵($>18^{\circ}\text{P}$);传统发酵的发酵液中可溶性固形物含量为 $11\sim 12^{\circ}\text{P}$, $13\sim 16^{\circ}\text{P}$ 就被定义为高浓发酵。

现在,酿酒企业和燃料酒精生产企业通常采用的谷物糖化醪的可溶性固形物含量为 $20\sim 24$ g/100 g (20%~24%),定义为正常浓度。也有人将高浓发酵定义为每 1 L 发酵液含 300 g 以上可溶性固形物^[4]。

我们姑且将可溶性固形物含量超过 30% (w/v) 定义为浓醪发酵,因为理论上,当发酵醪液中葡萄糖浓度达到 28% (w/v) 左右时(相当于可溶性固形物含量达到 30%),发酵成熟醪中酒精浓度可达 18% (v/v)^[5]。

2 我国酒精生产现状

我国酒精制造行业是一个传统行业,但随着燃料酒精的使用,行业又焕发出新的生机。据统计,2004 年酒精产量 285.96 万 kL,较上年增长 13.77%;其中,玉米酒精占总产量的 48%,薯类酒精占总产量的 33%,糖蜜酒精占总产量的 19%。酒精制造业从业人员 3.54 万人,全行业规模以上企业销售收入 98.44 亿元,较上年增长 35.13%;利润 2.18 亿元,较上年增长 103.74%;资产总计 118.53 亿元,较上年增长 23.73%;负债总额 86.72 亿元,较上年增长 18.17%;行业规模同比有增长。行业总体效率提高,销售收入、利润大幅度增长。

2.1 食用酒精

2001~2004 年全国酒精产量等指标见表 1。

表 1 2001~2004 年全国酒精产量等指标比较

项目	产量 (万 kL)	销售收入 (亿元)	利润总额 (亿元)	税金总额 (亿元)
2001 年	200.83	65.35	—	5.60
较上年增长(%)	2.6	20.53	—	19.76
2002 年	212.86	61.81	-0.09	4.77
较上年增长(%)	7.29	12.25	-0.33*	-0.61
2003 年	251.34	74.26	1.00	5.05
较上年增长(%)	18.08	20.14	**	5.87
2004 年	285.96	98.44	2.18	5.61
较上年增长(%)	13.77	32.56	103.74	11.09

注:2001~2002 年利润为负数。*2002 年减亏 0.33 亿元;*
*2003 年扭亏为盈。

从表 1 可以看出,全国酒精产量自 2001 年以来,每年都有增长,2004 年已达到 285.96 万 kL;销售收入自 2002 年以后稳步大幅度增长,2004 年已近百亿元;利润总额 2003 年扭亏为盈,2004 年较上年增加一倍;税金总额 2002 年一度下滑,2003 年后回升,2004 年超过 2001 年的水平。

2.2 燃料酒精

燃料酒精(汽油醇)是以玉米、小麦、薯类等为原料,经发酵、蒸馏、脱水而成的纯度为 99.5% 以上的无水乙醇,与汽油混配成乙醇汽油,用作车用燃料。粮食转化汽油醇为国家“十五”重点项目,试点单位主要有河南天冠企业集团、中国华润总公司、黑龙江省华润金玉公司和安徽丰原公司等,合计生产能力近 150 万 kL,安徽丰原公司计划斥巨资建设近百万 kL 的生产线,届时基本可满足目前的市场需求量。

根据国民经济的发展预测,到 2005 年,汽油的需求量将达到 4366 万吨左右。按照汽油总消费量的 30%~50% 的汽油添加 10% 的燃料酒精测算,分析预测 2005 年我国各地区燃料酒精的需求量见表 2。

表 2 2005 年我国各地区汽油消费量及燃料酒精的需求量 (万 kL)

地区	2000 年汽油 消费量	2005 年汽油 消费量	2005 年燃料 乙醇需量
华北地区	645	748	37.4
东北地区	380	441	22.0
华东地区	1002	1374	65.8
中南地区	883	1049	41.9
西南地区	310	360	10.7
西北地区	340	394	11.8
全国合计	3560	4366	190

3 酒精浓醪发酵技术进展

高浓度酒精发酵起始于 20 世纪 70 年代,主要以可再生资源粮食或植物纤维为原料,采用连续发酵,计算机控制,实现 CIP 技术,发酵酒精浓度可达 12% (v/v),酒精得率可达 92%~93%,酵母可连续运行 200 d。经过不断研究,最终酒精浓度可达 16% (v/v),淀粉利用率

达 90 % 以上, 发酵时间在 50 h 以内^[4]。

李泽林等^[6]报道, 浓醪发酵技术是发展发酵工业的有效途径之一, 成熟发酵醪含酒精的高低, 不仅是一个重要的技术经济指标, 而且也是体现发酵水平的标志。目前我国酒精生产有相当大部分采用间歇式稀醪发酵, 尤其是淀粉质原料的发酵醪浓度更低, 因为配料浓度过高, 淀粉在糊化时产生的黏度会给糊化醪的输送带来困难, 所以, 成熟发酵醪含酒精一般在 7 %~10 % (v/v)。若能提高含酒精量, 在原有的设备基础上就能增加产量, 相应地降低成本, 节约能源, 酒精生产即可获得良好的经济效益。提高含酒精量的方法是加大配料比, 进行浓醪发酵, 其中的一个关键问题是选育出耐酒精浓度高, 产酒精能力强的菌种。当然, 还必须找到它相应的发酵工艺条件, 否则, 菌种高产酒精的独特性能也无法得到发挥。因此, 在开展木薯原料酒精浓醪发酵的研究时, 首先进行酒精高产菌株的选育, 探索其生理特性, 同时对蒸煮糖化发酵等基本因子进行优选。

3.1 发酵工艺的研究

发酵工艺的研究主要针对以玉米为原料, 采用耐高温酿酒高活性干酵母为发酵剂, 添加不同糖化剂生产酒精, 取得了显著成绩。

李志军等^[7]使用安琪耐高温酿酒高活性干酵母, 以玉米为原料生产酒精, 通过在发酵过程中添加复合酶, 采用边糖化边发酵工艺, 从三角瓶小试, 到 5 t 罐中试, 取得了一定效果, 残还原糖为 0.21 %, 酒分达到 13.6 % (v/v)。同时证明了在稀醪条件下适当提高发酵温度可加快酵母的产酒, 但在浓醪情况下, 提高温度会增加酒精对酵母的毒性, 导致出酒率下降。

肖冬光等^[8]以玉米粉为原料, AY-15 为发酵菌种, 在浓醪发酵条件下, 对添加氮源、糖化工艺和发酵条件进行了研究。结果表明, 在酒精发酵过程中添加适量氮源, 可明显提高酵母细胞的数量和发酵能力, 缩短发酵周期 12 h; 优化的糖化工艺为糖化酶用量 150 u/g 原料, 糖化时间 60 min, 最适的发酵条件为初始 pH 值 5.0, 发酵温度 33 ℃。

刘代武等^[9]采用安琪耐高温酒精活性干酵母, 以玉米为原料进行浓醪发酵最适工艺条件的研究, 结果表明, 双酶液化法, 添加糖化酶 180 u/g 原料, pH4.5~5.0, 酵母接种量 0.15 %, 适当添加无机盐和营养盐, 发酵 70 h, 最终发酵酒度达到 14.7 % (v/v), 残糖 0.92 %, 残还原糖 0.2 %, 淀粉利用率 84.9 % 的良好效果。

吴天祥等^[10]以玉米为原料, 耐高温耐高酒精度的活性干酵母为发酵剂进行浓醪酒精发酵实验, 对糖化发酵工艺过程中酒精度、总糖、还原糖、酸度以及 CO₂ 失重等指标的过程变化进行了研究, 并利用一株嗜酸乳酸杆菌, 以酒糟为基质进行酒糟混合料的乳酸发酵实验, 结果表明, 玉米原料经酒精浓醪发酵 60 h 后, 玉米发酵醪

中酒精体积分数达 12.8 %, 残总糖质量分数为 3.46 %, 残还原糖质量分数为 0.19 %, 淀粉利用率 89.88 % 以上。

Thomas 等^[11]研究用 α -淀粉酶, 于 95~97 ℃ 液化 60 min。用混合型活性干酵母在 20 ℃ 发酵 4 d, 可产酒精 17.1 % (v/v) 以上。

高英杰等以玉米为原料, 淀粉含量 62.5 %, 用安琪牌耐高温活性干酵母作发酵剂, 发酵时间缩短了 12 h, 为 48 h, 提高设备利用率 20 %, 淀粉出酒率达 53.6 %, 比以前提高 1.7 %, 吨酒精节粮 94 kg, 节水 12 t。

3.2 蒸煮工艺的研究

蒸煮工艺的研究主要对低温蒸煮、中温蒸煮及生料发酵作了探索。

秦成国^[12]以玉米粉为原料, 利用一株耐高酒精的酵母菌株进行浓醪发酵。通过对比和初步探索, 改革了原低温蒸煮后需经过糖化的工艺路线, 确定了低温蒸煮后糖化发酵并行的生产工艺, 减少了糖化设备的投资, 缩短了原料处理时间。同时在原料加水比 1:2.0, 发酵温度 30 ℃, 糖化酶加量 100~150 u/g, 酵母接种量 9 % (v/v) 的情况下, 这株酵母菌在 60 h 内可以产生 14.8 % (v/v) 的酒精, 成熟发酵醪中的 pH 为 5, 残还原糖为 0.19 %, 残总糖为 0.96 %。淀粉利用率 93 %, 淀粉出酒率 52.9 %。

池振明等^[13]采用低温蒸煮工艺, 以玉米淀粉为原料, 浓度为 33.0 % (v/v), 用 α -淀粉酶在 80 ℃ 下液化 30 min, 55 ℃ 下加糖化酶糖化 30 min, 用 W4 酵母菌 30 ℃ 发酵 60 h, 可产酒精 17.5 % (v/v), 淀粉利用率达 90 %。糖化酶用量 200~300 u/g 原料, pH4.0~4.5。

池振明等^[14]采用中温蒸煮工艺生产高浓度酒精, 首先利用耐高温 α -淀粉酶在 95~97 ℃ 下同时糊化和液化淀粉, 接着在 60 ℃ 下加入高转化率的糖化酶进行糖化, 最后在 30 ℃ 下加酵母菌悬液进行发酵。酵母菌 W4 在 60 h 内可以产生 18.3 % (v/v) 的酒精, 在成熟发酵醪中的残还原糖和总糖分别为 1.2 % 和 4.1 %, 细胞存活率为 68.5 %。如果在发酵培养基中添加一定量的硫酸铵, 可进一步改进这一工艺, 使成熟发酵醪的酒精浓度提高到 18.9 % (v/v), 发酵周期缩短到 50 h, 残还原糖和总糖分别减少到 0.27 % 和 3.1 %。

池振明等^[15]1994 年研究利用国内常用的糖化酶制剂糖化生玉米面中的淀粉, 同时接种酵母菌, 在 30 ℃ 下, 探讨了玉米淀粉的高浓度酒精发酵工艺。选择到了一株产高浓度酒精酵母菌 H0 菌株。发酵温度为 30 ℃, pH4~5, 加糖化酶量为 300 u/g 原料, 酵母接种量 3 % (v/v) 和原料加量为 33.0 % (w/v) 时, 这株酵母菌在 70 h 内可产生 17.5 % (v/v) 的酒精。如果原料加量为 36.0 % (w/v) 时, 该菌株在 96 h 内可以产生 18.0 % (v/v) 的酒精。在前一种加料情况下, 成熟发酵醪中的 pH 为 5, 残还原糖为 0.19 %, 残总糖为 3.5 %。在后一种加料情况

下,成熟发酵醪中的 pH 为 5,残还原糖为 0.81%,残总糖为 5.1%。

低温蒸煮和生淀粉高浓度发酵,糖化酶加量为 300~400 u/g 原料较合适。发酵周期 70 h,醪液浓度 33.0% 玉米面淀粉,酒精产率达到 17.5% (v/v)。

3.3 酶制剂的应用研究

主要研究了酸性蛋白酶在酒精浓醪发酵中的应用及作用。

赵华等^[16]1998 年报道,在糖化醪中添加酸性蛋白酶有利于原料中蛋白质的水解,增加醪液中的酵母可吸收氮,改善醪液的营养状况,促进酵母酒精发酵。试验按加水比 1:2.6 调浆,加 α -淀粉酶后 85 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C 低温蒸煮 60 min。糖化酶用量 200 u/g 原料,60 $^{\circ}$ C 糖化 30 min。糖化结束后添加酸性蛋白酶 4 u/g 原料,冷却至 30 $^{\circ}$ C,按 1% 原料量加入经活化的酒精活性干酵母,发酵 90 h,醪液中酒精浓度由 12.3% (v/v) 提高到 13.4% (v/v)。若延长糖化时间至 2 h,发酵 70 h,醪液中酒精浓度可达 13.2% (v/v)。

宋书玉等^[17]在料水比为 1:2.8~3.2 的酒精浓醪发酵中,添加适量的酸性蛋白酶,可缩短发酵周期至 48 h,其原料出酒率为 32.51%,比对照提高 1.04%,吨酒精可节省玉米用量 102 kg,成本降低 91.8 元,经济效益十分显著。

3.4 微生物的研究

微生物的研究主要是通过各种方法选育适合酒精浓醪发酵的酵母菌株。除了安琪酵母股份有限公司研究的安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母已形成生产力,投入大生产使用外,其他大都停留在实验室阶段。

王滨等^[18]以研究室保藏酵母菌 Y316 作为出发菌株,经紫外线诱变处理原生质体,再生菌通过初筛、复筛,选育出酒精高产菌株 Y316-23,以玉米粉为原料,在料水比 1:1.8,加糖化酶 150 u/g 原料, α -淀粉酶 50 u/g 原料,酵母接种量 12%,发酵 60 h 的条件下,成熟醪酒精的体积分数可达 13.5% (v/v) 以上,淀粉利用率 94%。

陈新芳等^[19]从 9 株酵母菌种中筛选出 3 株能较好地利用木糖和葡萄糖产酒精的菌种。经过木糖底物驯化培养,采用固定化细胞技术,获得 1 株具有较高总糖利用率 (93.95%) 和较高酒精产率 (99.99%) 的菌株,命名为 ATCC32728 (*P. tannophilis*),其木糖利用率达 87.90%,葡萄糖利用率 24 h 达 99.99%。7 批次驯化后,其含菌量达 3.3×10^8 个/mL。适用于发酵木质纤维材料水解液,对开秸秆类原料生产燃料酒精有积极作用。

在传统酒精发酵工艺中,糖浓度一般在 16%~25% (w/v),所用酵母菌只能产生 6%~12% (v/v) 的酒精^[13]。

林田等从发酵米酒中分离到 (*Saccharomyces sp.*) w-y-2,在 30 $^{\circ}$ C 下可发酵蔗糖产生 18.6% (v/v) 的酒精,

Enna des 等分离到耐酒精酵母,可产生 20% (v/v) 左右的酒精,Argirions 等从希腊一葡萄园中分离到酿酒酵母 (*Saccharmyces.cerevisiae*) AxA2-1,发酵葡萄汁时,可产生 17.6% (v/v) 的酒精。

优良酵母菌株筛选方法:①自然界直接分离;②连续培养筛选;③诱变;④原生质体融合;⑤杂交;⑥稀有接合;⑦热冲击处理;⑧抗性突变株等。

糖蜜含有 50% (w/w) 左右可发酵性糖和 8% (w/w) 非发酵性糖,应适当稀释。35% 还原糖的糖蜜发酵生产酒精,抗乙醇酵母菌酒度可达 18.4% (v/v)。Osno-8 可产生 19.3% (v/v) 的酒精。

3.5 原料的研究

Thomas 等^[11]用 1 L 浓度为 35% 的小麦粉为底物,60 $^{\circ}$ C 下,加入 1.25 mL 耐高温 α -淀粉酶,保持 5 min,升温至 95~97 $^{\circ}$ C,维持 60 min,再加入 1.25 mL 耐高温 α -淀粉酶,80 $^{\circ}$ C 继续液化 30 min,加入活性干酵母,在 20 $^{\circ}$ C 下发酵,发酵醪酒精浓度可达 17.1% (v/v)。用超浓醪小麦淀粉发酵,酒精浓度可达 21% (v/v)。

4 浓醪发酵优势

传统工艺酒精产率 9.5%~10.5% (v/v),高浓度酒精发酵具有节能,提高设备利用率,减少劳动力,提高酒精产量等优点,所选育酵母菌在 70 h 内可产生酒精 17.5% (v/v) 以上。原料玉米面淀粉含量为 66.4%,发酵醪浓度为 35% 玉米粉,100 g 原料加 α -淀粉酶 0.25 mL (125 u/g),用 W4 酵母发酵 60 h,酒精产率可达 18.3% (v/v),浓醪发酵优势如下。

4.1 分离费用低,降低能耗

经验表明,醪液最终酒度每增加 1 度,生产 1 t 乙醇蒸汽用量将减少 300 kg。

采用 85 $^{\circ}$ C 低温蒸煮、浓醪发酵 (发酵液酒度 15% 以上),酒糟滤液回用,湿酒糟直接用于制饲料等最先进工艺,其酒精生产的能量消耗将比常规工艺节省 70% 以上,设备投资省 30% 以上。

4.2 节约工艺用水

采用稀醪发酵的料水比一般为 1:2.5~1:2.8,而采用浓醪工艺为 1:1.8~1:2.1,生产 1 t 乙醇节约用水 2 t 以上。

4.3 降低蒸馏损失

降低蒸馏损失,提高酒精提取收率。酒精与水互溶,通过蒸馏方法提取,酒精在糟液中必然有一定的残留。醪液中酒精浓度越高,最终相对损失 (残留) 就越少。

4.4 降低 DDGS 的生产成本

利用酒精糟生产 DDGS 是成熟的工艺,也是酒精生产厂的配套工艺,可提高企业效益。发酵醪浓度高,固形物含量也高,分离、干燥费用低,其产出率也相应提高。DDGS 生产成本相应降低。

4.5 减少废水处理费用

浓醪发酵可大大减少废水量,从而降低废水处理费用。

4.6 提高设备利用率

浓醪发酵,发酵速度快,可提高设备利用率 20 % 左右。胡象尧认为^[20],如原料加水比由 1:3.0 降到 1:2.5,以产吨酒精计,可减少料液 1300 kg,节省蒸煮用蒸汽约 150 kg,约节煤 19 kg;又如发酵醪含酒精量由 9 % (v/v) 提高到 10 % (v/v),仅在粗馏塔即可节省蒸汽约 150 kg,约节煤 19 kg。另外在糖化时和精馏时可节省冷却水等。

5 影响酵母浓醪发酵的关键因素及对策

酵母是酿酒之源,要提高酒精产率,必须要有优良的酵母菌株。安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母是专门针对酒精行业的浓醪发酵而开发的新一代产品,它使用方便,能广泛适用于以淀粉质为原料的酒精生产。

关于浓醪发酵的酵母菌株方面的研究已有很多报道,如 Y316-23,成熟醪酒精的体积分数可达 13.5 % 以上,淀粉利用率 94 %。ATCC32728 (*P. tannophilis*),其木糖利用率达 87.90 %,葡萄糖利用率 24 h 达 99.99 %。w-y-2,在 30 ℃ 下可发酵蔗糖产生 18.6 % (v/v) 的酒精, AxA2-1 发酵葡萄汁时,可产生 17.6 % (v/v) 的酒精,等等。目前已形成生产力、质量稳定的生产用酵母当数专业化水平很高的安琪酵母股份有限公司生产的超级酒酵母,其发酵结束时醪液的酒精浓度可达到 14 %~17 % (v/v)。虽然报道的有些研究人员获得的酵母菌株的发酵能力更高,但尚未用于大生产,未形成生产力。影响酵母浓醪发酵的关键因素如下。

5.1 温度

浓醪发酵时,酵母产酒精的能力对温度敏感。在较低的温度区间,酵母发酵能力随温度上升而升高,发酵产生酒精的速度加快;在较高的温度区间,酵母发酵酶系活力呈现钝化,发酵产生酒精的能力下降。由于高温增加了酒精对酵母的毒性,要求在浓醪发酵时选择耐高温酵母菌株来提高酵母的耐性。

5.2 渗透压

在浓醪条件下维持酵母活性和增加酒精含量,必须降低渗透压对细胞膜的损害作用。高渗透压抑制了酵母产生的酒精向醪液中扩散,导致胞内积累高浓度酒精,从而使酵母的活性和发酵能力下降,副产物大量产生。同时高渗透压必然导致葡萄糖效应,造成底物抑制。

5.3 营养

在高浓度酒精发酵中,酵母由于营养缺乏和酒精积累而降低发酵活性。抑制酵母产生酒精有多种因素,如果满足它的营养需要,就能提高酒精发酵的醪液最终酒度。在发酵中可能缺乏的营养物质包括氮、磷、镁、锌、硫、钙等无机盐以及维生素、生物素等生长因子。

6 安琪超级酒酵母的应用

选择安琪超级酒酵母,采用边糖化边发酵工艺,实现玉米、木薯、小麦等淀粉质原料的酒精浓醪发酵,为酒精企业更大程度的降低成本,提高经济效益,创造更大的利润空间。用量为原料的 0.1 %~0.2 % 或乙醇的 0.3 %~0.6 %。以 50 m³ 的酒母罐,100 t 粮食原料为例。

6.1 在酒母罐中,加 10 m³ 的水,开始添加醪液,同时投入 20 kg 安琪超级酒酵母,通微风,风量控制逐渐增大,至满罐。满罐后,继续培养 6~8 h。酒母成熟指标为:酵母细胞数 2.0~2.5 亿/mL 醪液,出芽率 ≥ 20 %。酒母罐控制温度 32 ℃。

6.2 进入发酵罐,添加 10 kg 硫铵和 5 kg 磷铵,pH 值控制在 4.0~4.5,发酵罐控制发酵温度 ≤ 35 ℃,满罐时,酵母细胞数达到 2.0~3.0 亿/mL 醪液。

6.3 安琪超级酒酵母的工艺控制参数见表 3。

表 3 安琪超级酒酵母工艺控制参数

发酵时间 (h)	外观糖 (Bx)	还原糖 (%)	酒度 (%, v/v)	细胞出芽率 (%)
0	25.6	12.0	/	20
24	9.36	7.29	10.20	11.3
48	-0.1	0.80	14.75	8
56	-0.35	0.36	15.00	6
成熟醪液	-1.0	0.30	15.20	

7 酒精生产发展趋势

从近几年我国酒精生产及白酒生产的总体情况分析,食用酒精的产销量呈上升趋势,效益也在不断增加。随着社会发展,为消除能源危机的潜在威胁,发展燃料酒精势在必行,其前景将优于食用酒精。与其相适应的浓醪发酵技术将得到广泛应用,安琪超级耐高温酵母将发挥核心作用。

巴西用甘蔗生产酒精燃料,价格几乎只有汽油的一半,近年巴西每年 3 亿吨的甘蔗,有一半多用于生产酒精,酒精年产量在 130 亿升左右。我国目前甘蔗产量在 8500 万吨左右,仅产糖蜜酒精(食用酒精)60 多万吨^[21],潜力非常大。

7.1 燃料酒精将进入新的发展阶段

2002 年我国汽油总消耗量为 4100 万吨,其中华东地区汽油消耗量约为 1200 万吨,安徽省汽油消耗量为 80 万吨。按 10 % 的燃料乙醇添加汽油计算,考虑到各个地区的接受程度,分析预测 2005 年全国需求燃料乙醇在 190 万吨左右,华东地区约 66 万吨,而仅安徽省燃料乙醇需求量就约为 6 万吨左右。随着国家产业政策的调整,燃料酒精的发展潜力更大。

7.2 以玉米为原料生产酒精将成为主要发展方向

我国酒精生产的主要原料为薯类、玉米和糖蜜。如果考虑到整个种植、加工、养殖的全局,从每亩地的产出,到酒精厂的效益,环境保护和副产品回收等因素,则用玉米生产酒精,明显比薯干生产酒精有利。发酵法酒

精中,由于玉米为原料生产具有良好的综合效益,已经成为酒精生产的主要原料,其优点如下:

①以玉米生产酒精可以有效地大量转化利用玉米,消化“陈化粮”,增加农民收入。

②玉米酒精生产可以联产酒精糟干饲料,国际商品名称 DDGS,粗蛋白质含量达 27%以上,油脂含量达 9%以上,可消化养分总量可达 82.4%。我国多以玉米直接作饲料,实际是一种浪费。如以部分饲料玉米如 660 万吨生产酒精,即可增产酒精 220 万吨和 DDGS 约 210 万吨,可供配合饲料 4000 万吨之用,可较好地缓解我国蛋白饲料缺乏的困难。

③酒精糟的环境污染可得到较好解决。

④经济效益较好。

21 世纪,联产蛋白饲料的玉米酒精生产将成为我国酒精生产的主要组成部分。

按照科学发展观,酒精行业的生产与“三农”问题息息相关,可以解决粮食转化问题,也可以解决能源危机,因此,燃料酒精将成为酒精行业新的热点,作为“绿色能源”,满足可持续发展要求,发展前景看好。

8 结语

综上所述,随着我国经济的迅猛发展,对能源的需求矛盾日益突出,酒精产业在我国的重要地位日益突显,尤其是燃料酒精,已被列入我国“十五”发展纲要,并付诸实施。根据巴西、美国等的发展经验,其需求量将大幅增长,也符合我国的战略利益,前途无量。随之发展起来的浓醪发酵技术和安琪超级酿酒酵母将大有用武之地,我们应抓住这难得的历史机遇,以科学发展观为指导,大力推进酒精行业的科技进步,促进酒精产业的发展,为实现循环经济发展战略和构建和谐社会做出新的贡献。

酒精浓醪发酵技术已取得成熟经验,并有超级酿酒酵母作为支撑,应该在酒精行业大力推广应用,对生产企业提高效益,节约能源,保护环境将有积极的促进作用。另一方面,结合燃料酒精的发展,利用纤维素原料生产燃料酒精,还需对微生物做深入研究,以寻求最佳菌株,并配合相应的工程研究。生料发酵、糖化酵母、细菌酒精发酵等领域的研究有待加强。

参考文献:

[1] 胡锦涛.树立和落实科学发展观[A].保持共产党员先进性教育

读本[C].北京:党建读物出版社,2004.280.

[2] 李连仲.以科学发展观为指导 促进社会主义和谐社会的发展[J].发现,2005,(4):6-9.

[3] Casey.G.P.,Magnus.C.A.,Ingledew.W.M.,High Gravity Brewing Nutrient Enhanced Production of High Concentrations of Ethanol by Brewing Yeast[J].Biotechnol.Lett.1983,(5):429-434.

[4] 吕欣,毛忠贵.高浓度酒精发酵研究进展[J].酿酒科技,2003,(5):58-59.

[5] 侯保朝,杜风光,郭永豪,贾新成,刘代武.高浓度酒精发酵[J].酿酒科技,2005,(4):93-96.

[6] 李泽林,王惠珍,刘兰.木薯原料的酒精浓醪发酵[J].食品与发酵工业,1987,(1):49-52.

[7] 李志军,王敏,李家飏,安琪耐高温酿酒高活性干酵母在酒精浓醪发酵中的应用[J].酿酒科技,2004,(1):91-93.

[8] 肖冬光,许葵,李瑞青.酒精浓醪发酵生产工艺的优化[J].酿酒科技,2004,(6):40-42.

[9] 刘代武,彭涛,邬善远,罗必英,李志军.玉米酒精浓醪发酵工艺研究[J].酿酒科技,2005,(2):87-89.

[10] 吴天祥,杨海龙,石贵阳,章克昌.酒精浓醪发酵联产乳酸化饲料新工艺[J].食品与生物技术,2003,(4):

[11] Thomas.K.C.,Ingledew.W.M.,Furel Alcohol Production: Effects of Free Amino Nitrogen on Fermentation of Very-high-gravity Wheat Mash[J].Appl.Environ.Microbiol.1990,(56):2046-2050.

[12] 秦成国.玉米粉高浓度酒精发酵的研究[J].酿酒科技,1997,(4):52-54.

[13] 池振明.高浓度酒精发酵技术的研究进展[J].食品与发酵工业,1995,(4):80-84.

[14] 池振明,刘建国,许平.利用中温蒸煮工艺进行高浓度酒精发酵[J].生物工程学报,1995,(3):228-232.

[15] 池振明,刘自镭.生淀粉高浓度酒精发酵的研究[J].生物工程学报,1994,(2):130-134.

[16] 赵华,赵树欣,才向东,丁维,曹思停.玉米原料酒精浓醪发酵技术的研究[J].酿酒科技,1998,(5):38-40.

[17] 宋书玉,郭军英,张亚坤,李岩,柴希杰,董金排,赵华,肖冬光,赵树欣,邹海晏.酸性蛋白酶用于酒精浓醪发酵的研究[J].酿酒科技,1999,(5):55-56.

[18] 王滨,张国政,路福平,杜连祥.浓醪酒精发酵酵母菌的选育[J].天津轻工业学院学报,2001,(3):33-36

[19] 陈新芳,田沈,王菊,袁振宏,杨秀山.高效代谢葡萄糖和木糖产酒精酵母菌的筛选和驯化[J].21 世纪太阳能新技术.

[20] 胡象尧.菌种、发酵[A].酒精生产技术的回顾与探讨[C].北京:中国食品工业协会,中国酿酒工业协会,2000.19-24.

[21] 鉴于石油价高货紧 我国拟研发甘蔗燃料酒精[N].新华社,2004-11-30.

茅台集团五成员单位上纳税光荣榜

本刊讯:日前,贵州省国家税务局发布 2004 年交纳增值税、消费税千万元以上纳税户光荣榜,茅台集团旗下的贵州茅台酒股份有限公司、贵州茅台酒销售有限公司、中国贵州茅台酒厂有限责任公司、贵州茅台酒厂集团习酒有限责任公司、贵州省习水县习酒销售公司五成员单位榜上有名,其中在全省 17 家纳税 1 亿元以上的单位中茅台集团就占了 3 家。

茅台集团作为贵州省的重要企业和全省经济发展的骨干力量,近 6 年来,共实现销售收入 117 亿元,利税共计 63 亿元,在白酒行业的销售收入由过去的第七位上升到 1998 年的第二位,一直保持至今,且销售收入利润率及人均创利税连续 6 年高居中国白酒行业榜首。(小砂)